PROYECTO MINA DE COBRE PANAMÁ

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA)
CATEGORÍA III

INFORME DEL PROYECTO DE MONITORIZACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LOS CRUCES DE FAUNA (2022)

Compromisos de EsIA Aplicables	Periodo reportado	Elaborado por	Fecha de Emisión del Reporte
13043, 13044 13047, 13225	2022	BIODIVERSITY CONSULTANT GROUP	17/03/2023

Biodiversity Consultant Group (BCG)

Calle Sauce, Hato Pintado, Casa L13, segunda planta
Teléfono: 203-6384

Equipo Administrativo:

Msc. César Jaramillo -**Gerente**
MSc. Samuel Valdés -**Director**
Msc. Marelys Torres -**Gerente de Proyectos**
Lic. Juan Pablo Ríos -**Logística**
Téc. Benjamín Walker -**Coordinador del proyecto Cruce de Fauna MPSA.**

Equipo de Especialistas:

MSc. Ricardo Moreno -**Zoología (Mastozoología)**
Lic. Marcos Ponce -**Zoología (Herpetología y Mastozoología)**
MSc. César Jaramillo -**Zoología** (**Herpetología)**
MSc. Marelys Torres -**Gestión Ambiental**
Téc**.** Laurencio Martínez-**Botánica**
Téc. Benjamín Walker -**Vida silvestre**
Téc. Yaritza González -**Zoología (Ictiología y Macroinvertebrados Acuáticos)**

2022 BCG Panamá

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN 4

OBJETIVOS 5

METODOLOGÍA 5

Monitoreo de los Sitios de Cruce de Fauna 5

Instalación de las Cámaras Trampas 6

Instalación de Trampas de Lodo 9

Monitoreo de la Efectividad de las Estructuras de Cruce Construidas 10

RESULTADOS 11

Monitoreo de los Sitios de Cruce de Fauna 11

Indicador 1: El total de cruces (todas las especies en conjunto y cada especie individualmente) ¿es significativamente mayor en las proximidades de estructuras para Cruce de Fauna, ¿qué en ubicaciones al azar (prueba “t”)? 11

Indicador 2: Relación de capturas de la cámara trampa (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) para especies en conjunto y para especies individualmente. 19

Indicador 3: Relación de las capturas de la trampa de lodo (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) para especies en conjunto y para especies individualmente. 24

Monitoreo de la Efectividad de las Estructuras de Cruce Construidas. 27

Indicador 1: Número promedio de cruces por periodos de 45 días (especies en conjunto e individualmente). 28

Indicador 2: Relación promedio del éxito de cruces por periodos de 45 días (número de cruces exitosos/número total de intentos ya sean exitosos e infructuosos), por especies en conjunto e individualmente. 34

CONCLUSIONES 37

BIBLIOGRAFÍA 39

APÉNDICE 41

..... 45

INTRODUCCIÓN

El Distrito de Donoso, alberga uno de los bosques menos estudiados del país, bosques muy importantes para el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), por su extensión no fragmentada y por encontrarse cercanos al Parque Nacional General de División Omar Torrijos Herrera, en la Provincia de Coclé y al Parque Nacional Santa Fe, en la Provincia de Veraguas; sitios que en conjunto forman lo que se denomina “El Corredor del Jaguar”.

Minera Panamá ha realizado diversos estudios con cámaras trampas, en el área de Donoso, desde el año 2011, registrando con ellas mamíferos considerados como Especies de Interés (EdI) del Proyecto Cobre Panamá, así como otras especies de gran importancia ecológica como la oncilla (*Leopardus tigrinus*), el perrito de monte (*Speothos venaticus*) y el puerco de monte (*Tayassu pecari*), sobre el trazado de la carretera que une actualmente a las instalaciones principales del proyecto Cobre Panamá con la instalaciones del Puerto en Punta Rincón (en la Costa del Caribe).

Durante la construcción de la carretera a la costa, se instalaron estructuras de Cruce de Fauna, utilizando la información proveniente de los estudios con cámaras trampa realizados entre los años 2012 y 2013; en el 2015-2016 se inició el monitoreo para evaluar la efectividad de estos Cruces de Fauna (año I). Estos monitoreos han continuado en el año 2017-2018 (año II), en el año 2018-2019 (año III), en el año 2019 (año IV), en el año 2020 (año V), en el año 2021 (año VI) y en este informe se presenta la data de la estación seca y lluviosa del año 2022 (año VII).

Se presenta la metodología, análisis de los resultados de los indicadores establecidos en el Plan de Monitoreo Ambiental, así como una comparación progresiva de la efectividad de las estructuras en estos siete años de monitoreo.

OBJETIVOS

- Evaluar las tasas globales del paso de animales a través de los Cruces de Fauna tanto en la estación seca como en la lluviosa.
- Determinar si los animales muestran una frecuencia de cruce más alta de lo esperado en los sitios en dónde se han instalados las estructuras para Cruce de Fauna.
- Determinar si los animales están utilizando las estructuras para cruce y si los patrones de uso están cambiando con el paso del tiempo.
- Identificar las especies que hace uso de los Cruces de Fauna, su estacionalidad y la variación diaria en su uso.

METODOLOGÍA

Monitoreo de los Sitios de Cruce de Fauna

Para recopilar la información necesaria de este componente del monitoreo, se utiliza una combinación de cámaras trampas y trampas de lodo. Para comparar las tasas de cruce y efectividad en las ubicaciones donde se han construido estructuras para cruce de fauna.

Desde el inicio del monitoreo, en el año 2015, hasta el año 2019, se monitoreaban nueve estructuras de paso de fauna y nueve puntos aleatorios en todo el camino a la costa. En el año 2020 se incorporan dos estaciones nuevas (alcantarillas construidas para el flujo de agua), las cuales fueron consideradas por su localización y dimensiones como Estructuras de Cruce de Fauna. Las mismas fueron codificadas como B-CFS-10ª y B-CFS-11ª (ver tabla N°1).

En cada estación se instalaron cuatro cámaras trampa, dos a cada lado de la estructura (dos en el lado este de la carretera y otras dos en el lado oeste, ver tabla N°1).

El objetivo de este componente del programa de monitoreo no es ver directamente la efectividad de las estructuras construidas para Cruce de Fauna, sino determinar si los animales demuestran una frecuencia de cruce más alta de lo esperado, en los sitios donde se han instalado estas estructuras. Esto confirmará, si la construcción de la carretera no ha producido

cambios en los lugares preferidos para cruce, identificados a lo largo de la carretera en las campañas previas de cámaras trampas (2012 y 2013).

Instalación de las Cámaras Trampas

El programa anual de monitoreo de pasos de fauna con cámara trampa incluye ochos ciclos de recopilación de data, cada ciclo dura 45 días; cuatro de estos ciclos corresponde al monitoreo de la estación seca y cuatro a la estación lluviosa. En el 2022 el periodo de la estación seca incluye la data obtenida desde el 1 de enero hasta el 28 de junio de 2022, mientras que el periodo de la estación lluviosa incluye la data recopilada desde el 29 de junio al 26 de diciembre del 2022.

En total se instalaron 88 trampas cámaras en 22 estaciones de monitoreo (11 estaciones en las estructuras de paso y 11 en los puntos aleatorios a los lados de la carretera). En la Tabla N°1 se muestran las coordenadas de las 11 estructuras de cruce monitoreadas, en ellas se instalaron un total de 44 cámaras trampa (modelo Cuddeback Black Flash E3, modelo Cuddeback Long Range IR X-Change Color Model 1279); en cada estructura de cruce de fauna se instalaron dos cámaras a cada lado de la estructura de paso. Las cámaras fueron programadas para realizar tomas cada cinco segundos cuando ellas son activadas por el movimiento de un animal. La altura y distancia de la trampa cámara a la estructura varía según la topografía del sitio.

También se colocaron otras 44 cámaras trampa en 11 puntos aleatorios a lo largo de la carretera que va hacia la costa Caribe, en sitios donde no hay estructuras de paso de fauna, se colocaron 4 cámaras trampa por estación, dos a cada lado de la carretera. En la Tabla N°2 se muestran las coordenadas de las 11 estaciones en puntos aleatorios a lo largo de la carretera a la costa.

Las cámaras trampas fueron instaladas utilizando soportes de metal fijo para evitar que se movieran, y están adheridas de forma fija con mezcla de concreto. En su interior fueron protegidas con una pequeña capa de vaselina, también fueron cubiertas por cinta Duct-Tape para minimizar su afectación por la humedad y lluvia que caracteriza a esta región del Caribe.

Todas las cámaras fueron protegidas con una caja protectora CuddeSafe® Models 3389 and 3426,

La disposición y ángulo de las cámaras trampas ha sido establecido para que la cámara capture fotos de entrada-salida del animal por la estructura de cruce de fauna, y también registren los acercamientos del animal a la estructura de cruce de fauna.

Para efecto de los análisis estadísticos y los respectivos índices, se consideran dos tipos de eventos, el primero es cuando el animal es registrado por las cámaras tanto en el lado izquierdo (este) como en el derecho (oeste), a este dato se le considera como *cruce exitoso*. Por otro lado, si el animal sólo llega o se aproxima a una de las entradas de la estructura de cruce, se considera como *cruce no exitoso*.

Se espera que con el tiempo los índices de cruces exitoso sean mayores a los de cruces no exitosos tanto a nivel de especies en conjunto, como a nivel de especie.

Tabla N°1. Coordenadas de la ubicación de las cámaras trampas en las 11 estaciones que presentaban estructuras para paso de fauna.

Sitio	Coordenadas UTM (WGS84)	Kilometraje sobre la carretera
*B-CFS-01	17 P 0533704 0994208	2K +885
	17 P 0533683 0994166	
*B-CFS-02	17 P 0533035 0994039	3k +575
	17 P 0533032 0994005	
*B-CFS-03	17 P 0532548 0993790	4K+125
	17 P 0532570 0993769	
*B-CFS-04	17 P 0532470 0993535	4K+375
	17 P 0532502 0993551	
B-CFS-05	17 P 0532231 0992494	5K+480
	17 P 0532263 0992477	
B-CFS-06	17 P 0533726 0988517	10k+325
	17 P 0533765 0988529	
B-CFS-07	17 P 0533840 0987764	11K+125
	17 P 0533811 0987770	
B-CFS-08	17 P 0535464 0986158	13K+730
	17 P 0535423 0986182	
*B-CFS-09	17 P 0538132 0984314	17K+525
	17 P 0538172 0984337	
B-CFS-10	17 P 0533035 0994039	3k +500
	17 P 0533032 0994005	
B-CFS-11	17 P 0532676 0990841	7k+375
	17 P 0532681 0990830	

Fuente: Base de Datos BCG-MPSA 2022: B=biodiversidad; C=cruce; F=fauna; S=subterráneo, *= Adicionalmente tiene trampa de lodo.

Tabla N°2. Coordenadas de la ubicación de las cámaras trampas en los puntos aleatorios.

Sitio	Coordenadas UTM (WGS84)		Kilometraje sobre la carretera
*B-CFA-01	533935	994329	2k+625
*B-CFA-02	532389	992743	5k+030
*B-CFA-03	532217	991903	6k+075
B-CFA-04	532470	990920	7k+00
B-CFA-05	533453	989870	8k+740
B-CFA-06	533771	988103	10k+825
*B-CFA-07	534634	987258	12k+00
B-CFA-08	535348	986864	13k+00
B-CFA-09	536449	986038	15k+00
B-CFA-10	537468	985042	16k+500
*B-CFA-11	537821	984526	17k+175

Fuente: Base de Datos BCG-MPSA 2022: B=biodiversidad; C=cruce; F=fauna; A=aleatorio; *= Adicionalmente tiene trampa de lodo.

Instalación de Trampas de Lodo

En cinco estaciones de las estructuras con pasos de fauna (B-CFS-01; B-CFS-02; B-CFS-03; B-CFS-04; y B-CFS-09) y cinco de los Puntos Aleatorios (B-CFA-01; B-CFA-02; B-CFA-03; B-CFA-07 y B-CFA-11), se instalaron dos trampas de lodo, una a cada lado de la carretera, que fueron monitoreadas durante un ciclo de 45 días de la estación seca y un ciclo de 45 días de la estación lluviosa. Las trampas de lodo tienen una dimensión de 150 cm x 60 cm (aproximadamente1 m^2 de superficie).

Para los sitios con estructuras de paso de fauna, las trampas de lodo fueron colocadas dentro de las estructuras de cruce de fauna, ambas a un metro de distancia de la entrada, en cada extremo de la estructura (Figura N°1); para los puntos aleatorios, las trampas de lodo fueron colocadas a orillas de la carretera, de tal forma que se colocó una del lado este de la carretera y otra del lado oeste de la carretera.

Para este componente del proyecto (trampas de lodo) se realizaron dos campañas de monitoreo, la primera fue ejecutada del 28 de junio al 11 de agosto 2022 (ciclo que corresponde a la estación seca) y la segunda del 8 de noviembre al 22 de diciembre del 2022 (ciclo que corresponde a la estación lluviosa)

Las trampas de lodo fueron monitoreadas durante 45 días consecutivos, en dos periodos estacionales con revisiones en horas matutinas (7:00 am – 10:00 am). Durante la revisión se registraron datos morfométricos de las huellas encontradas; registro fotográfico; identificación de especie; condición climática y código de estación. Posterior a la revisión se borraba la huella vieja y de ser necesario se humedecía la tierra para dejar la trampa de lodo lista para el próximo registro y no tener confusión o traslape de huellas.

Figura N°1. Trampa de lodo colocada dentro de las estructuras de cruce de fauna

Monitoreo de la Efectividad de las Estructuras de Cruce Construidas

Se está monitoreando el uso de las estructuras construidas para el cruce de la fauna, utilizando cámaras trampas. Las cámaras se montaron en ambos extremos de cada una de las estructuras de cruce de fauna, con el fin de distinguir entre un animal que cruza completamente la estructura, versus los que entran a la estructura, pero no completan el cruce. Por esa razón las cámaras se colocaron apuntando en direcciones opuestas con el fin de tomar fotografías de ambos lados de los animales, lo cual facilita la identificación de animales individuales de ciertas especies. A las trampas cámaras se les descargaron los datos y se les cambió baterías, cada 45 días, que es el ciclo para realizar los análisis de los indicadores.

La información obtenida de este componente del programa de monitoreo, se utiliza para determinar si los animales están usando las estructuras para cruce y si los patrones de uso están cambiando con el paso del tiempo.

RESULTADOS

Monitoreo de los Sitios de Cruce de Fauna

Los Resultados de este monitoreo corresponden a los datos obtenidos desde el 1 de enero al 28 de junio del 2022, periodo que correspondiente a la estación seca y del del 29 de junio al 26 de diciembre 2022, periodo que corresponde a la estación lluviosa.

Para efecto de los análisis estadísticos y los respectivos índices, se consideran dos tipos de eventos, el primero es cuando el animal es registrado por las cámaras tanto en el lado izquierdo (este) como en el derecho (oeste), a este dato se le considera como *cruce exitoso*. Por otro lado, si el animal sólo llega o se aproxima a una de las entradas de la estructura de cruce, se considera como *cruce no exitoso*.

Indicador 1: El total de cruces (todas las especies en conjunto y cada especie individualmente) ¿es significativamente mayor en las proximidades de estructuras para Cruce de Fauna, ¿qué en ubicaciones al azar (prueba "t")?

ESPECIES EN CONJUNTO

La prueba P(T<=t) de dos colas, suponiendo varianzas desiguales, nos indica que si el estadístico es (P > 0.05) suponemos que no existe una diferencia significativa en el número de cruces entre estructuras de cruces de fauna y las ubicaciones al azar. Cuando (P < 0.05) encontramos que existe una diferencia significativa marcada.

Estación Seca

Para las especies en conjunto dentro de los resultados de la época seca 2022 la prueba "t" indica que no existe diferencia significativa (P > 0.05), para el conjunto de especies de cruces entre estructuras de cruces de fauna y las ubicaciones al azar, **P(T<=t) = (0.115)** (ver Tabla N°3).

Tabla N°3. Resultado de la prueba "t", realizada al número de cruces de todas las especies en conjunto (Total), durante de la estación seca del 2022, utilizando la data de las estructuras para cruce de fauna y de las ubicaciones al azar.

Todas las especies en Conjunto		
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	Variable 1	Variable 2
Media	1.727272727	0
Varianza	11.01818182	0
Observaciones	11	11
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	10	
Estadístico t	1.725846996	
P(T<=t) una cola	0.057541522	
Valor crítico de t (una cola)	1.812461123	
P(T<=t) dos colas	0.115083045	
Valor crítico de t (dos colas)	2.228138852	

Fuente: Base de Datos BCG Panamá-Minera Panamá 2022.

Estación lluviosa

Para las especies en conjunto dentro de los resultados de la época lluviosa 2022 la prueba "t" indica que existe diferencia significativa ($P < 0.05$), para el conjunto de especies de cruces entre estructuras de cruces de fauna y las ubicaciones al azar, **P(T<=t) = (0.026)** (ver Tabla N°4).

Tabla N°4. Resultado de la prueba "t", realizada al número de cruces de todas las especies en conjunto (Total), durante de la estación lluviosa del 2022, utilizando la data de las estructuras para cruce de fauna y de las ubicaciones al azar.

Todas las especies en Conjunto		
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	Variable 1	Variable 2
Media	14	0.18181818
Varianza	308.4	0.36363636
Observaciones	11	11
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	10	
Estadístico t	2.60815965	
P(T<=t) una cola	0.01306158	
Valor crítico de t (una cola)	1.81246112	
P(T<=t) dos colas	0.02612316	
Valor crítico de t (dos colas)	2.22813885	

Fuente: Base de Datos BCG Panamá-Minera Panamá 2022.

Para los datos registrados en el 2022 en la estación lluviosa se obtiene que los eventos de cruce exitosos para especies en conjunto dan como resultado que existe una diferencia significativa. La prueba, P(T<=t) nos demuestra que los resultados están justificados estadísticamente (P < 0.05) y que no responden a un evento aleatorio, porque las especies en conjunto están frecuentando las estructuras de cruce de fauna como se esperaba y que existe un aumento progresivo de cruces exitosos en estas estructuras de cruce de fauna.

En la Tabla N°5 y 6 se observa los registros de eventos de cruces exitosos, en donde para la estación seca se registraron 19 y para la estación lluviosa 154 eventos de cruce de fauna exitosos; en conjunto, en las estructuras de cruce de fauna, se dieron un total de 173 eventos de cruces exitosos para el año 2022 (año VII). La estructura de cruce de fauna B-CFA-06 es la que registra el mayor número de eventos con 66 en total, que representa el 38.1% de todos los eventos para este año respectivo. Seguidos por la estructura de cruce de fauna B-CFA-10a con 31 eventos en total que representa el 17.9 % y La estructura de cruce de fauna B-CFA-11b con 22 eventos en total que representa el 12.7 %.

Tabla N°5. Número de cruces, de todas las especies en conjunto (Total) y cada especie individualmente, obtenidos durante la estación seca del 2022, con la data de las estructuras para cruce de fauna.

Estación de Cámara Trampa Estructura de Cruce de Fauna.	ESPECIES REGISTRADAS ESTACIÓN SECA.													
	Total, de Eventos	*Cuniculus paca*	*Dasyprocta punctata*	*Dasypus novemcinctus*	*Eira barbara*	*Leopardus pardalis*	NI	*Panthera onca*	*Procyon cancrivorus*	*Procyon lotor*	Rodentia *sp1*	*Sylvilagus gabbii*	*Tamandua mexicana*	*Tapirus bairdii*
B-CFS-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-CFS-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-CFS-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-CFS-04	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-CFS-05	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-CFS-06	4	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
B-CFS-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Estación de Cámara Trampa Estructura de Cruce de Fauna.	ESPECIES REGISTRADAS ESTACIÓN SECA.													
	Total, de Eventos	*Cuniculus paca*	*Dasyprocta punctata*	*Dasypus novemcinctus*	*Eira barbara*	*Leopardus pardalis*	NI	*Panthera onca*	*Procyon cancrivorus*	*Procyon lotor*	Rodentia *sp1*	*Sylvilagus gabbii*	*Tamandua mexicana*	*Tapirus bairdii*
B-CFS-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-CFS-09	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-CFS-10a	11	9	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
B-CFS-11b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total, de cruce Exitoso	19	15	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2022- B: Biodiversidad; P: cruce; F: fauna; S: subterráneo

Tabla N°6. Número de cruces, de todas las especies en conjunto (Total) y cada especie individualmente, obtenidos durante la estación lluviosa del 2022, con la data de las estructuras para cruce de fauna.

Estación de Cámara Trampa Estructura de Cruce de Fauna.	ESPECIES REGISTRADAS ESTACIÓN LLUVIOSA																	
	Total de Eventos	*Cuniculus paca*	*Dasyprocta punctata*	*Dasypus novemcinctus*	*Didelphis marsupialis*	*Eira barbara*	Felino sp *1*	*Galictis vittata*	*Lontra longicaudis*	NI	*Pecari tajacu*	*Philander opossum*	*Procyon cancrivorus*	*Procyon lotor*	*Rodentia sp1*	*Sylvilagus gabbii*	*Tamandua mexicana*	*Tapirus bairdii*
B-CFS-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-CFS-02	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-CFS-03	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
B-CFS-04	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
B-CFS-05	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-CFS-06	62	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
B-CFS-07	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
B-CFS-08	18	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
B-CFS-09	7	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
B-CFS-10ª	20	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
B-CFS-11b	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Total de cruces exitosos	154	107	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	6	0	1	0	27

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2022- B: Biodiversidad; P: cruce; F: fauna; S: subterráneo

La Tabla N°7 muestra los resultados de la prueba "t", P(T<=t) para determinar si existe una diferencia significativa entre la estación seca y la estación lluviosa. La prueba "t" indica que existe diferencia significativa (P < 0.05), para el conjunto de especies de cruces entre los datos de la estación lluviosa y seca **P(T<=t) = (0.043).**

Tabla N°7. Resultado de la prueba "t", realizada al número de cruces de todas las especies en conjunto (Total), durante de la estación seca y lluviosa del 2022, utilizando la data de las estructuras para cruce de fauna.

Especies en conjunto para la estación seca y lluviosa		
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	Variable 1	Variable 2
Media	1.72727273	14
Varianza	11.0181818	308.4
Observaciones	11	11
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-2.27749593	
P(T<=t) una cola	0.02186405	
Valor crítico de t (una cola)	1.79588482	
P(T<=t) dos colas	0.0437281	
Valor crítico de t (dos colas)	2.20098516	

Tabla N°8. Registro de Eventos de cruces exitosos para la estación seca y lluviosa en las estructuras de cruce de fauna 2022 para las especies en conjunto.

Registro de eventos de cruces exitosos para ambas estaciones seca y lluviosa 2022. Para las estructuras de cruce de fauna.			
Estructura de cruce de fauna	Estación seca 2022	Estación lluviosa 2022	Total
B-CFA-01	0	0	0
B-CFA-02	0	7	7
B-CFA-03	0	5	5
B-CFA-04	1	6	7
B-CFA-05	1	5	6
B-CFA-06	4	62	66
B-CFA-07	0	2	2

Registro de eventos de cruces exitosos para ambas estaciones seca y lluviosa 2022. Para las estructuras de cruce de fauna.			
B-CFA-08	0	18	18
B-CFA-09	2	7	9
B-CFA-10ª	11	20	31
B-CFA-11b	0	22	22
Suma de Total de cruce Exitoso	19	154	173

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2022

ESPECIE INDIVIDUALMENTE

En la época seca la especie *Cuniculus paca* registro 15 eventos de cruces exitosos en las estructuras de cruce de fauna (ver Tabla N°5). Obteniendo para este periodo más frecuencia de uso en la estructura B-CFS-10a, con 9 eventos de cruces exitosos que corresponden el 60 % de los registros de esta especie. En los puntos aleatorios para este periodo no se registran datos o eventos de cruces exitoso (Tabla N°9). Para la estación lluviosa aumento el registro de eventos para el *Cuniculus paca* con una data de 107 eventos de cruces exitosos (Tabla N°6) y se mantiene el B-CFS-06 como la estructura de mayor frecuencia para esta especie con 59 eventos que representa el 55 % de los registros.

Tabla N°9. Número de cruces, de todas las especies en conjunto (Total) y cada especie individualmente, obtenidos durante de la estación seca del 2022, con la data de los puntos aleatorios.

Estación de Cámara Trampa Puntos Aleatorios	ESPECIES REGISTRADAS	
	Total, de Eventos	No se Registran cruce exitoso
B-CFA-01	0	0
B-CFA-02	0	0
B-CFA-03	0	0
B-CFA-04	0	0
B-CFA-05	0	0
B-CFA-06	0	0
B-CFA-07	0	0
B-CFA-08	0	0
B-CFA-09	0	0
B-CFA-10ª	0	0
B-CFA-11b	0	0
Suma de Total de cruce Exitoso	0	0

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2022- B: Biodiversidad; P: cruce; F: fauna; A: Aleatorio

Tabla N°10. Número de cruces, de todas las especies en conjunto (Total) y cada especie individualmente, obtenidos durante de la estación lluviosa del 2022, con la data de los puntos aleatorios.

Estación de Cámara Trampa Puntos Aleatorios	ESPECIES REGISTRADAS					
	Total, de Eventos	*Hydrochoerus isthmius*	*Leopardus pardalis*	*Procyon cancrivorus*	*Procyon lotor*	*Tapirus bairdii*
B-CFA-01	0	0	0	0	0	0
B-CFA-02	2	0	0	0	0	2
B-CFA-03	0	0	0	0	0	0
B-CFA-04	0	0	0	0	0	0
B-CFA-05	0	0	0	0	0	0
B-CFA-06	0	0	0	0	0	0
B-CFA-07	0	0	0	0	0	0
B-CFA-08	0	0	0	0	0	0
B-CFA-09	0	0	0	0	0	0
B-CFA-10ª	0	0	0	0	0	0
B-CFA-11b	0	0	0	0	0	0
Suma de Total de cruce Exitoso	2	0	0	0	0	2

En total se registran 13 especies en las cámaras en las entradas de las estructuras de cruce de fauna para la estación seca y 17 especies en la estación lluviosa. De las cuales para la estación seca tres presentan eventos de cruces exitosos (*Cuniculus paca*, *Procyon cancrivorus* y *Procyon lotor*). Para la estación lluviosa son siete las especies que presentan eventos de cruce de fauna exitoso (*Cuniculus paca*, *Dasyprocta punctata*, *Philander oposum*, *Procyon cancrivorus*, *Procyon lotor*, *Sylvilagus gabbii* y *Tapirus bairdii*).

Estación Seca

Para la especie *Cuniculus paca* registró 15 cruces exitosos durante la época seca. Para el análisis de la prueba “t”, realizadas a especie individualmente, no existe una diferencia significativa en el número de cruces entre estructuras de cruces de fauna y las ubicaciones al azar (P > 0.05), en la estación seca. **P(T<=t) dos colas (0.11)** no existe variación significativa en los resultados obtenidos para la estación seca 2022 (Tabla N°11).

Tabla N°11. Resultado de la prueba “t”, realizada a las especies individualmente, durante la estación seca del 2022, utilizando la data de las estructuras para cruce de fauna y de las ubicaciones al azar.

Cuniculus paca estación Seca		
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	Variable 1	Variable 2
Media	1.363636364	0
Varianza	7.054545455	0
Observaciones	11	11
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	10	
Estadístico t	1.702787284	
P(T<=t) una cola	0.059716767	
Valor crítico de t (una cola)	1.812461123	
P(T<=t) dos colas	0.119433533	
Valor crítico de t (dos colas)	2.228138852	

Estación lluviosa

Para la especie *Cuniculus paca* registró 107 cruces exitosos durante la época seca, para el análisis de la prueba “t”, realizadas a especie individualmente, no existe una diferencia significativa en el número de cruces entre estructuras de cruces de fauna y las ubicaciones al azar (P > 0.05), en la estación lluviosa. P(T<=t) dos colas (0.08), no existe variación significativa en los resultados obtenidos para la estación seca 2022 (Tabla N°12).

Tabla N°12. Resultado de la prueba “t”, realizada a las especies individualmente, durante la estación lluviosa del 2022, utilizando la data de las estructuras para cruce de fauna y de las ubicaciones al azar

Cuniculus paca estación lluviosa		
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	Variable 1	Variable 2
Media	9.72727273	0
Varianza	289.618182	0
Observaciones	11	11
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	10	
Estadístico t	1.89572145	
P(T<=t) una cola	0.04361783	
Valor crítico de t (una cola)	1.81246112	
P(T<=t) dos colas	0.08723566	
Valor crítico de t (dos colas)	2.22813885	

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2022

Indicador 2: Relación de capturas de la cámara trampa (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) para especies en conjunto y para especies individualmente.

Para este indicador se analizan los eventos o registros de cámaras trampas en capturas independientes, incluyendo los registros o eventos de capturas de cruces exitosos y cruces no exitosos, para las especies en conjunto y para las especies individualmente, en las estructuras de cruce de fauna y en los puntos aleatorios en la estación seca y lluviosa.

Estación Seca

En la Tabla N°13 se observa que hay 13 especies de mamíferos capturadas en las cámaras trampas, en las entradas de las estructuras de cruce de fauna (*Cuniculus paca; Dasyprocta punctata; Dasypus novemcinctus; Eira barbara; Leopardus pardalis; NI; Panthera onca; Procyon cancrivorus; Procyon lotor; Rodentia sp1; Sylvilagus gabbii; Tamandua mexicana;* y *Tapirus bairdii*) uno se registra como no identificado (NI).

En los sitios que presentan estructuras para cruce de fauna, durante la estación seca, se registran 112 capturas o eventos de cámaras trampas (Gráfica N°1), de los cuales 46 de ellos corresponden a la especie *Cuniculus paca* que representa el 41 % de los registros obtenidos, en las capturas de las cámaras trampas.

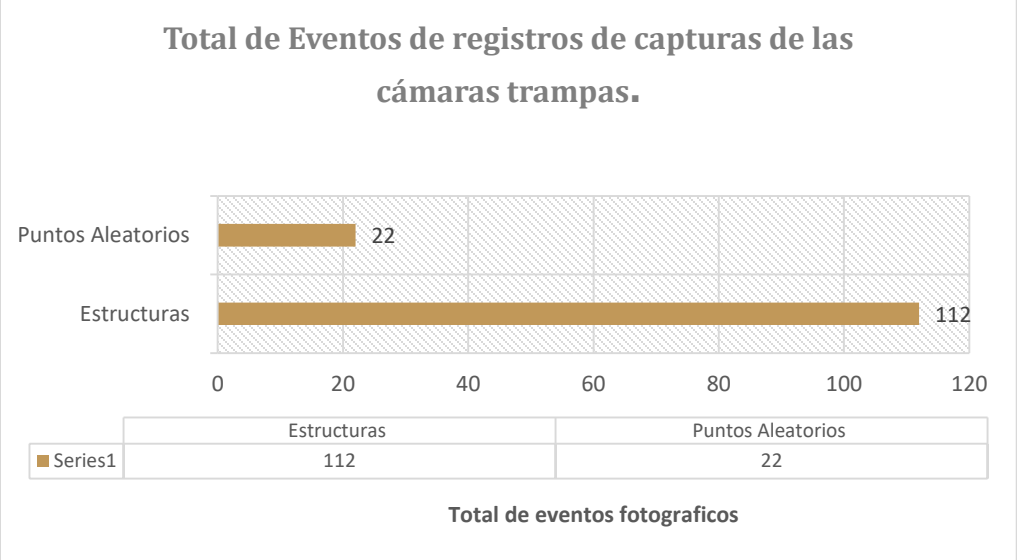
Tabla N°13 Data de los individuos por especie que fueron capturados a través de las cámaras trampas en las 11 estaciones colocadas en los sitios donde hay estructuras para cruce de fauna, de la estación seca.

Especie	ESTRUCTURAS DE CRUCES DE FAUNA											
	B-CFS-01	B-CFS-02	B-CFS-03	B-CFS-04	B-CFS-05	B-CFS-06	B-CFS-07	B-CFS-08	B-CFS-09	B-CFS-10ª	B-CFS-11b	Número de Registros
Cuniculus paca	0	4	3	2	0	8	0	3	1	25	0	46
Dasyprocta punctata	1	0	0	1	0	3	0	0	1	3	0	9
Dasypus novemcinctus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Eira barbara	3	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	7
Leopardus pardalis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
NI	7	4	3	6	1	4	0	0	1	0	0	26
Panthera onca	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Procyon cancrivorus	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3

Especie	ESTRUCTURAS DE CRUCES DE FAUNA											
	B-CFS-01	B-CFS-02	B-CFS-03	B-CFS-04	B-CFS-05	B-CFS-06	B-CFS-07	B-CFS-08	B-CFS-09	B-CFS-10ª	B-CFS-11b	Número de Registros
Procyon lotor	0	0	2	0	0	0	0	0	0	6	0	8
Rodentia *sp1*	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Sylvilagus gabbii	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tamandua mexicana	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Tapirus bairdii	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3
Total, general	12	12	11	10	1	18	1	4	4	38	1	112

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2022- B: Biodiversidad; C: cruce; F: fauna; S: subterránea

Gráfica N°1.Total de Eventos de las especies capturadas en las cámaras trampas, Estación Seca de 2022.



Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2022.

Para los registros de los puntos aleatorios en la Tabla N°14 se observa que seis especies de mamíferos son capturados en las cámaras trampas (*Cuniculus paca; Leopardus pardalis; Panthera onca; Pecari tajacu; Procyon lotor;* y *Tapirus bairdii*).

En los sitios que presentan ubicaciones de puntos aleatorios, se obtuvo en total 22 registros (Gráfica N°1), la mayor parte de ellos corresponden a las especies *Tapirus bairdii* (9) que representa el 40 % de los registros y *L. pardalis* (7) que representa el 31% de los registros.

Tabla N°14. Data de los individuos por especie que fueron capturados a través de las cámaras trampas en las 11 estaciones colocadas en los sitios donde hay Puntos Aleatorios, de la estación seca.

Especies	PUNTOS ALEATORIOS											
	B-CFA01	B-CFA02	B-CFA03	B-CFA04	B-CFA05	B-CFA06	B-CFA07	B-CFA08	B-CFA09	B-CFA10a	B-CFA11b	Número de Registros
Cuniculus paca	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Leopardus pardalis	1	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	7
Panthera onca	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Pecari tajacu	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Procyon lotor	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Tapirus bairdii	3	2	2	0	1	0	1	0	0	0	0	9
Total, general	4	2	2	1	2	1	4	0	3	3	0	22

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2022 B: Biodiversidad; C: cruce; F: fauna; A: aleatorio

La prueba “t” indica que no existe una diferencia significativa en el número de registros de capturas de cámaras trampas entre estructuras de cruces de fauna y las ubicaciones al azar (P > 0.05), para el conjunto de especies, durante la época seca.

P(T<=t) dos colas (0.08) no existe variación significativa en los resultados obtenidos para la estación seca 2022 (ver Tabla N°15).

Tabla N°.15 Resultado de la prueba “t”, realizada al número de capturas de todas las especies en conjunto (Total), durante de la estación seca del 2022, utilizando la data de las estructuras para cruce de fauna y de las ubicaciones aleatorias.

Todas las Especies en Conjunto		
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	Variable 1	Variable 2
Media	8.61538462	1.69230769
Varianza	171.589744	8.56410256
Observaciones	13	13
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	13	
Estadístico t	1.85972643	
P(T<=t) una cola	0.04284906	
Valor crítico de t (una cola)	1.7709334	
P(T<=t) dos colas	0.08569811	
Valor crítico de t (dos colas)	2.16036866	

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2022

Estación lluviosa

En la Tabla N°16 se observa que hay 18 especies de mamíferos capturados en las cámaras trampas, en las entradas de las estructuras de cruce de fauna (*Cuniculus paca; Dasyprocta punctata; Dasypus novemcinctus; Didelphis marsupialis; Eira barbara; Leopardus pardalis*; Felino sp *1; Galictis vittata;* NI*; Lontra longicaudis; Pecari tajacu; Procyon cancrivorus; Procyon lotor; Philander opossum; Rodentia* sp1; *Sylvilagus gabbii; Tamandua mexicana;* y *Tapirus bairdii*), una especie se registra como no identificada (NI).

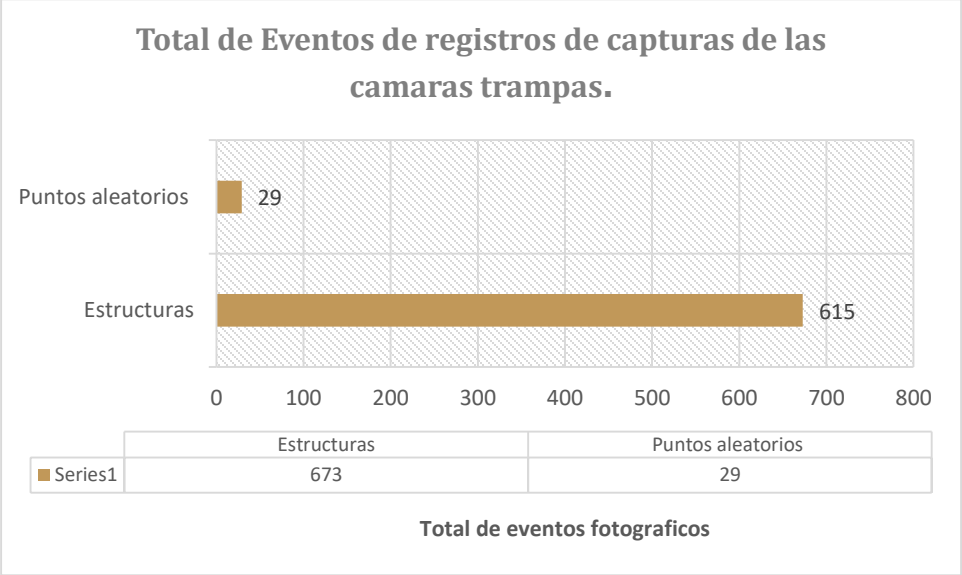
En los sitios que presentan estructuras para cruce de fauna, durante la estación lluviosa. Se registran 673 capturas o eventos de cámaras trampas (Gráfica N°2), de los cuales 244 de ellos corresponden a la especie *Cuniculus paca* que representa el 36.3 % de los registros obtenidos, en las capturas de las cámaras trampas.

Tabla N°16 Data de los individuos por especie que fueron capturados a través de las cámaras trampas en las 11 estaciones colocadas en los sitios donde hay estructuras para cruce de fauna, de la estación lluviosa.

Especies	ESTRUCTURAS DE CRUCES DE FAUNA											
	B-CFS-01	B-CFS-02	B-CFS-03	B-CFS-04	B-CFS-05	B-CFS-06	B-CFS-07	B-CFS-08	B-CFS-09	B-CFS-10ª	B-CFS-11b	Número de Registros
Cuniculus paca	2	15	8	22	17	80	3	74	27	42	25	244
Dasyprocta punctata	5	4	8	2	2	11	0	7	72	7	0	131
Dasypus novemcinctus	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3
Didelphis marsupialis	3	0	0	1	2	3	5	0	0	5	0	19
Eira barbara	2	0	3	2	0	0	0	0	0	3	0	10
Leopardus pardalis	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	3
Felino sp 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Galictis vittata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Lontra longicaudis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
NI	0	1	1	0	3	3	1	1	0	1	2	13
Pecari tajacu	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Philander opossum	0	7	0	0	0	1	0	0	0	2	0	10
Procyon cancrivorus	0	0	0	0	0	18	9	0	1	0	0	28
Procyon lotor	2	1	1	4	2	6	0	0	1	15	0	32
Rodentia sp1	0	0	8	0	1	0	0	0	0	26	0	35
Sylvilagus gabbii	4	2	0	0	1	9	1	0	1	1	0	19
Tamandua mexicana	2	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	5
Tapirus bairdii	0	0	0	0	0	0	0	20	0	1	35	56
Total, general	23	30	32	31	29	133	20	104	103	106	62	673

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2022- B: Biodiversidad; C: cruce; F: fauna; S: subterráneo

Gráfica N°2.Total de Eventos de las especies capturadas en las cámaras trampas, Estación lluviosa de 2022.



Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2022

Para los registros de los puntos aleatorios (Tabla N°17) se observa que cinco especies de mamíferos son capturados en las cámaras trampas (*Hydrochoerus isthmius; Leopardus pardalis; Procyon cancrivorus; Procyon lotor* y *Tapirus bairdii*).

En los sitios que presentan ubicaciones de puntos aleatorios, se obtuvo en total 29 registros, la mayor parte de ellos corresponden a las especies *Tapirus bairdii* y *Leopardus pardalis* con 13 registros respectivamente, que representan el 44.8 % para ambas especies.

Tabla N°17. Data de los individuos por especie que fueron capturados a través de las cámaras trampas en las 11 estaciones colocadas en los sitios donde hay Puntos Aleatorios, de la estación lluviosa.

Especies	PUNTOS ALEATORIOS						
	PA1	PA2	PA5	PA6	PA8	PA9	Número de Registros
Hydrochoerus isthmius	0	0	0	0	1	0	1
Leopardus pardalis	0	0	0	2	0	11	13
Procyon cancrivorus	0	0	0	0	0	1	1
Procyon lotor	0	1	0	0	0	0	1
Tapirus bairdii	1	9	1	2	0	0	13
Total, general	1	10	1	4	1	12	29

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2022 B: Biodiversidad; C: cruce; F: fauna; A: aleatorio

La prueba “t” indica que no existe una diferencia significativa en el número de registros de capturas de cámaras trampas entre estructuras de cruces de fauna y las ubicaciones al azar

(P > 0.05), para el conjunto de especies, durante la época lluviosa. **P(T<=t) dos colas (0.08),** no existe variación significativa en los resultados obtenidos para la estación lluviosa 2022 (ver Tabla N°18).

Tabla N°.18 Resultado de la prueba "t", realizada al número de capturas de todas las especies en conjunto (Total), durante de la estación lluviosa del 2022, utilizando la data de las estructuras para cruce de fauna y de las ubicaciones aleatorias.

Todas las especies en conjunto		
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	Variable 1	*Variable 2*
Media	33.3529412	3.41176471
Varianza	4338.86765	61.5073529
Observaciones	17	17
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	16	
Estadístico t	1.86100902	
P(T<=t) una cola	0.04061008	
Valor crítico de t (una cola)	1.74588368	
P(T<=t) dos colas	0.08122016	
Valor crítico de t (dos colas)	2.1199053	

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2022

Indicador 3: Relación de las capturas de la trampa de lodo (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) para especies en conjunto y para especies individualmente.

Estación Seca

En la Tabla N°19 se observa que 9 especies (*Cuniculus paca; Dasyprocta punctata; Procyon* sp1*; Didelphis marsupialis; Eira barbara; Sylvilagus gabbii;* Rodentia sp1; Rodentia sp2; *Leopardus pardalis*) de mamíferos fueron registrados por las trampas de lodo, en los sitios que presentaban estructuras para cruce de fauna subterráneas (B-CFA-01, B-CFA-02, B-CFA-03, B-CFA-04 y B-CFA-09) en los 45 días de muestreo en la estación seca.

Tabla N°19 Data de los individuos por especie que fueron registrados a través de las trampas de lodo en las cinco estaciones colocadas en las estructuras de cruce de fauna, durante 45 días de la estación seca.

Estaciones de Trampas de Lodo Estructuras de Cruce de Fauna						
Especie	B-CFS-01	B-CFS-02	B-CFS-03	B-CFS-04	B-CFS-09	Total
Cuniculus paca	3	2	2	3	3	13
Dasyprocta punctata	1	0	1	1	1	4
Procyon sp1	0	0	1	0	0	1
Didelphis marsupialis	1	6	2	0	0	9
Eira barbara	0	1	0	0	0	1
Sylvilagus gabbii	1	0	1	0	15	16
Rodentia sp1	1	0	0	1	0	2
Rodentia sp2	2	0	0	4	1	7
Leopardus pardalis	1	0	0	0	0	1

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2021- B: Biodiversidad; P: cruce; F: fauna; S: subterráneo

En la Tabla N°20 se observa que tres especies de mamíferos fueron registrados con las trampas de lodo, en las ubicaciones al azar, en los 45 días de toma de datos durante la estación seca.

Tabla N°20 Data de los individuos por especie que fueron registrados a través de las trampas de lodo en las cinco estaciones colocadas en las ubicaciones al azar, durante 45 días de la estación seca

Estaciones de Trampas de Lodo Punto Aleatorios						
Especie	B-CFA-01	B-CFA-02	B-CFA-03	B-CFA-06	B-CFA-09	Total
Leopardus pardalis	1	0	0	1	0	2
Sylvilagus gabbii	1	0	1	0	0	2
Tapirus bairdii	0	2	0	0	0	2

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2021- B: Biodiversidad; P: cruce; F: fauna; A: azar

Estación lluviosa

En la Tabla N°21 se observa que 8 especies de mamíferos (*Cuniculus paca, Dasyprocta punctata, Dasypus novemcinctus, Didelphis marsupialis,* NI, *Rodentia* sp1, *Sylvilagus gabbi* y *Tamandua mexicana*) fueron registrados por las trampas de lodo, en los sitios que presentaban estructuras para cruce de fauna subterráneas (B-CFA-01, B-CFA-02, B-CFA-03, B-CFA-04 y B-CFA-09) en los 45 días de muestreo en la estación lluviosa.

Tabla N°21 Data de los individuos por especie que fueron registrados a través de las trampas de lodo en las cinco estaciones colocadas en las estructuras de cruce de fauna, durante 45 días de la estación lluviosa.

Estaciones de Trampas de Lodo Estructuras de Cruce de Fauna						
Especie	B-CFS-01	B-CFS-02	B-CFS-03	B-CFS-04	B-CFS-09	Total
Cuniculus paca	0	4	4	3	1	12
Dasyprocta punctata	4	2	3	0	26	35
Dasypus novemcinctus	2	0	0	0	0	2
Didelphis marsupialis	37	49	50	2	48	186
NI	2	0	0	0	0	2
Rodentia sp1	2	10	24	50	1	87
Sylvilagus gabbii	9	0	3	1	23	36
Tamandua mexicana	2	0	0	0	0	2
Total	58	65	84	56	99	362

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2021- B: Biodiversidad; P: cruce; F: fauna; S: subterráneo

En la Tabla N°22 se observa que nueve especies de mamíferos fueron registrados con las trampas de lodo, en las ubicaciones al azar, en los 45 días de toma de datos durante la estación lluviosa.

Tabla N°22 Data de los individuos por especie que fueron registrados a través de las trampas de lodo en las cinco estaciones colocadas en las estructuras de cruce de fauna, durante 45 días de la estación lluviosa.

Estaciones de Trampas de Lodo Punto Aleatorios						
Especies	B-PFA-01	B-PFA-02	B-PFA-03	B-PFA-07	B-PFA-11	Total
Didelphis marsupialis	1	0	0	2	1	4
Eira barbara	1	0	0	0	0	1
Leopardus pardalis	2	1	0	0	1	4
NI	0	0	0	0	2	2
Procyon cancrivorus	1	1	0	0	0	2
Procyon lotor	0	0	0	0	1	1
Rodentia sp1	0	0	0	0	1	1
Sylvilagus gabbii	0	1	1	1	0	3
Tapirus bairdii	2	0	0	2	0	4
Total	7	3	1	5	6	22

Fuente: Base de Datos BCG-MPSA 2022. B: Biodiversidad; P: cruce; F: fauna; A: aleatorio

Monitoreo de la Efectividad de las Estructuras de Cruce Construidas.

Los indicadores para el uso de las estructuras de Cruce de Fauna se calcularon para cada periodo de monitoreo, que es la frecuencia con que se visitan las cámaras para descargar datos y cambiar las baterías (cada 45 días).

Tabla N°23 Periodos y fechas de cada monitoreo (estación seca y lluviosa).

Periodos de Monitoreo	Fechas de cada periodo	Estación
Periodo N°1	Del 1 de enero al 14 de febrero 2022	Estación Seca
Periodo N°2	Del 15 de febrero al 30 de marzo 2022	Estación Seca
Periodo N°3	Del 31 de marzo al 14 de mayo 2022	Estación Seca
Periodo N°4	Del 15 de mayo al 28 junio 2022	Estación Seca
Periodo N°5	Del 29 de junio al 12 de agosto 2022	Estación Lluviosa
Periodo N°6	Del 13 de agosto al 26 septiembre 2022	Estación Lluviosa
Periodo N°7	Del 27 de septiembre al 11 de noviembre 2022	Estación Lluviosa
Periodo N°8	Del 12 de noviembre al 26 de diciembre 2022	Estación Lluviosa

Fuente: Base de Datos BCG-MPSA 2022

No hay un objetivo a priori para el número de cruces de animales para cada periodo; la expectativa es que puede tomar un tiempo considerable para que los animales utilicen regularmente los cruces, por lo tanto, la tendencia debe ser que los índices aumenten con el paso del tiempo, para las especies en conjunto como para las especies individuales.

Indicador 1: Número promedio de cruces por periodos de 45 días (especies en conjunto e individualmente).

Este indicador abarca el promedio de todas las especies en conjunto que presentaron cruces exitosos dentro de los ocho periodos (de 45 días) de la estación seca y lluviosa. En comparación con la efectividad de las 11 estructuras monitoreadas.

Para efecto de los análisis estadísticos y los respectivos índices, se consideran dos tipos de eventos, el primero es cuando el animal es registrado por las cámaras tanto en el lado izquierdo (este) como en el derecho (oeste), a este dato se le considera como *cruce exitoso*. Por otro lado, si el animal sólo llega o se aproxima a una de las entradas de la estructura de cruce, se considera como *cruce no exitoso.*

Tabla N°24 Especies en conjunto total para el año 2022

N°	Especies	cruce Exitoso	cruce no Exitoso	Registro total
1	*Cuniculus paca*	123	244	367
2	*Dasyprocta punctata*	7	131	138
3	*Dasypus novemcinctus*	0	4	4
4	*Didelphis marsupialis*	0	23	23
5	*Eira barbara*	0	18	18
6	Felino sp 1	0	1	1
7	*Galictis vittata*	0	1	1
8	*Lontra longicaudis*	0	2	2
9	NI	0	5	5
10	*Leopardus pardalis*	0	5	5
11	*Pecari tajacu*	0	3	3
12	*Panthera onca*	0	1	1
13	*Philander opossum*	0	11	11
14	*Procyon cancrivorus*	7	30	37
15	*Procyon lotor*	8	34	42
16	Rodentia sp1	0	38	38
17	*Sylvilagus gabbii*	1	20	21
18	*Tamandua mexicana*	0	7	7
19	*Tapirus bairdii*	27	37	64
Total, general		173	615	901

Fuente: Base de Datos BCG Panamá- Minera Panamá 2022

Especies en Conjunto.

El promedio de cruces exitosos, en las 11 estructuras de cruce de fauna fueron: para el periodo 1= 0, el periodo 2= 0.64, el periodo 3= 0.27, el periodo 4= 0.82, el periodo 5= 4.64, el periodo 6= 4.64, el periodo 7= 2.09 y el periodo 8= 2.73 (Ver los datos en color gris en la Tabla N°25), siendo los periodos 1 al 4 correspondientes a la estación seca y del 5 al 8 a la estación lluviosa.

Especies individuales

Estación seca

En total se registraron tres especies (*Cuniculus paca, Procyon cancrivorus* y *Procyon lotor*) que según la metodología realizaron eventos considerados como cruces exitosos, dando un total de 19 eventos de cruces exitosos para la temporada seca, cabe destacar que estos 19 eventos no se consideran individuos diferentes si no eventos capturados en las cámaras (Tabla N°25.

Sin embargo, individuos de 13 especies, incluyendo animales de las tres especies anteriores, fueron registrados como especies que se aproximaron a las estructuras, pero no lo utilizaron para su desplazamiento dentro de la misma y fueron considerados como cruces no exitosos. En total se dieron 112 eventos de este tipo (Tabla N°25).

Para las especies individuales se registra que el *Cuniculus paca* (conejo pintado) es la especie dominante en los registros de este periodo y de años anteriores, pero en comparación con los demás años se evidencia un aumento considerable en sus cruces exitosos.

Estación lluviosa

En total se registraron siete especies (*Cuniculus paca, Dasyprocta punctata, Procyon cancrivorus, Procyon lotor*, *Sylvilagus gabbi*, *Philander oposum* y *Tapirus bairdii*) que realizaron cruces exitosos, dando un total de 155 eventos de cruces para la temporada lluviosa (Tabla N°25), cabe destacar que estos 155 eventos no se consideran individuos diferentes, si no eventos capturados en las cámaras (derecha/este – izquierda/oeste).

Sin embargo, 18 especies (incluyendo a las siete ya mencionadas) fueron registradas como especies cuyos individuos se aproximan a las estructuras, pero no las utilizaron para su desplazamiento dentro de la misma por lo que se consideraron eventos de cruces no exitosos.

En total se dieron 615 eventos considerados como cruces no exitosos, durante la época lluviosa (Tabla N°25).

Para las especies individuales se registra que el *Cuniculus paca* (conejo pintado) es la especie dominante con 108 cruces exitosos y 244 registros de eventos de cruces no exitosos durante la estación lluviosa, pero en comparación con los demás años se evidencia un aumento considerable en los cruces exitosos para esta especie específicamente.

Cruce no exitoso.

Son eventos donde solo se registran una foto ya sean en las cámaras ubicadas en el lado Izquierdo o el lado derecho, pero no en ambos. Es de importancia mencionar estos datos para la efectividad de las estructuras de los cruces de fauna ya que es un indicador de que los animales silvestres se están aproximando a las mismas. Con el tiempo se espera que los promedios de cruces no exitosos sean menores a los cruces exitosos.

En total para este periodo de monitoreo 2022 (estación seca y lluviosa) se registraron 19 especies capturadas por las trampas cámaras en las entradas de las estructuras de los cruces de fauna. Podemos asumir que de las siete especies que presentaron cruces exitosos, la cantidad sea mayor debido a varios factores que no permitieron el registro en ambos lados (izquierda – derecha).

Tabla N°25. Promedio de cruces exitosos y no exitosos, por periodos de 45 días (especies en conjunto e individualmente)

Período de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Número Promedio de Cruces Exitosos	Número Promedio de Cruces No Exitosos
Periodo 1 (1 de enero al 14 de febrero 2022)				
Total	0	13	0	1.18
Cuniculus paca	0	1	0	0.09
Dasyprocta punctata	0	5	0	0.45
Leopardus pardalis	0	1	0	0.09
Procyon lotor	0	5	0	0.45
Tamandua mexicana	0	1	0	0.09
Periodo 2 (15 de febrero al 30 de marzo 2022)				
Total	7	47	0.64	4.27

Período de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Número Promedio de Cruces Exitosos	Número Promedio de Cruces No Exitosos
Cuniculus paca	5	17	0.45	1.55
Dasyprocta punctata	0	2	0.00	0.18
Eira barbara	0	6	0.00	0.55
NI	0	15	0.00	1.36
Panthera onca	0	1	0.00	0.09
Procyon cancrivorus	0	1	0.00	0.09
Procyon lotor	2	3	0.18	0.27
Rodentia *sp1*	0	1	0.00	0.09
Tamandua mexicana	0	1	0.00	0.09
Periodo 3 (31 de marzo al 14 de mayo 2022)				
Total	3	29	0.27	2.64
Cuniculus paca	3	17	0.27	1.55
Dasyprocta punctata	0	1	0.00	0.09
NI	0	7	0.00	0.64
Rodentia *sp1*	0	1	0.00	0.09
Sylvilagus gabbii	0	1	0.00	0.09
Tamandua mexicana	0	1	0.00	0.09
Tapirus bairdii	0	1	0.00	0.09
Periodo 4 (15 de mayo al 28 junio 2022)				
Total	9	23	0.82	2.09
Cuniculus paca	7	11	0.64	1.00
Dasyprocta punctata	0	1	0.00	0.09
Dasypus novemcinctus	0	1	0.00	0.09
Eira barbara	0	1	0.00	0.09
Leopardus pardalis	0	1	0.00	0.09
NI	0	4	0.00	0.36
Procyon cancrivorus	2	2	0.18	0.18
Tapirus bairdii	0	2	0.00	0.18
Periodo 5 (29 de junio al 12 de agosto 2022)				
Total	51	110	4.64	10.00
Cuniculus paca	37	43	3.36	3.91
Dasyprocta punctata	6	26	0.55	2.36
Dasypus novemcinctus	0	1	0.00	0.09
Didelphis marsupialis	0	4	0.00	0.36
Eira barbara	0	2	0.00	0.18

Período de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Número Promedio de Cruces Exitosos	Número Promedio de Cruces No Exitosos
Leopardus pardalis	0	3	0.00	0.27
NI	0	9	0.00	0.82
Philander opossum	1	0	0.09	0.00
Procyon cancrivorus	2	4	0.18	0.36
Procyon lotor	0	3	0.00	0.27
Rodentia sp1	0	5	0.00	0.45
Sylvilagus gabbii	1	6	0.09	0.55
Tamandua mexicana	0	1	0.00	0.09
Tapirus bairdii	4	3	0.36	0.27
Periodo 6 (13 de agosto al 26 de septiembre 2022)				
Total	51	227	4.64	20.64
Cuniculus paca	41	91	3.73	8.27
Dasyprocta punctata	1	70	0.09	6.36
Dasypus novemcinctus	0	2	0.00	0.18
Didelphis marsupialis	0	7	0.00	0.64
Eira barbara	0	4	0.00	0.36
Felino sp 1	0	1	0.00	0.09
NI	0	4	0.00	0.36
Pecari tajacu	0	3	0.00	0.27
Procyon cancrivorus	3	10	0.27	0.91
Procyon lotor	2	7	0.18	0.64
Rodentia sp1	0	12	0.00	1.09
Sylvilagus gabbii	0	4	0.00	0.36
Tapirus bairdii	4	12	0.36	1.09
Periodo 7 (27 de septiembre al 11 de noviembre 2022)				
Total	23	151	2.09	13.73
Cuniculus paca	16	58	1.45	5.27
Dasyprocta punctata	0	34	0.00	3.09
Didelphis marsupialis	0	5	0.00	0.45
Lontra longicaudis	0	1	0.00	0.09
NI	0	4	0.00	0.36
Philander opossum	0	3	0.00	0.27
Procyon cancrivorus	0	7	0.00	0.64
Procyon lotor	4	14	0.36	1.27
Rodentia *sp1*	0	10	0.00	0.91

Período de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Número Promedio de Cruces Exitosos	Número Promedio de Cruces No Exitosos
Sylvilagus gabbii	0	6	0.00	0.55
Tamandua mexicana	0	2	0.00	0.18
Tapirus bairdii	3	7	0.27	0.64
Periodo 8 (12 de noviembre 2022 al 26 de diciembre 2022)				
Total	30	127	2.73	11.55
Cuniculus paca	14	52	1.27	4.73
Dasyprocta punctata	0	19	0.00	1.73
Didelphis marsupialis	0	7	0.00	0.64
Eira barbara	0	5	0.00	0.45
Galictis vittata	0	1	0.00	0.09
Lontra longicaudis	0	1	0.00	0.09
NI	0	2	0.00	0.18
Philander opossum	0	7	0.00	0.64
Procyon cancrivorus	0	6	0.00	0.55
Procyon lotor	0	2	0.00	0.18
Rodentia sp1	0	9	0.00	0.82
Sylvilagus gabbii	0	3	0.00	0.27
Tamandua mexicana	0	1	0.00	0.09
Tapirus bairdii	16	12	1.45	1.09

Fuente: Base de Datos BCG-MPSA 2022

Indicador 2: Relación promedio del éxito de cruces por periodos de 45 días (número de cruces exitosos/número total de intentos ya sean exitosos e infructuosos), por especies en conjunto e individualmente.

Este indicador de la relación promedio del éxito de cruces por los periodos de 45 días (número de cruces exitosos/número total de intentos ya sean exitosos e infructuosos) por especies en conjunto e individualmente, es muy parecido al anterior y es otra forma de evaluar el éxito de los cruces de fauna.

Tabla N°26 Relación promedio de éxito de cruces en los 4 periodos de 45 días.

Período de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Relación Promedio del Éxito de Cruces (número de cruces exitosos/número total de intentos)
Periodo 1 (1 de enero al 14 de febrero 2022)			
Total	0	13	0
Cuniculus paca	0	1	0
Dasyprocta punctata	0	5	0
Leopardus pardalis	0	1	0
Procyon lotor	0	5	0
Tamandua mexicana	0	1	0
Periodo 2 (15 de febrero al 30 de marzo 2022)			
Total	7	47	0.090
Cuniculus paca	5	17	0.350
Dasyprocta punctata	0	2	0
Eira barbara	0	6	0
NI	0	15	0
Panthera onca	0	1	0
Procyon cancrivorus	0	1	0
Procyon lotor	2	3	0.040
Rodentia sp1	0	1	0
Tamandua mexicana	0	1	0
Periodo 3 (31 de marzo al 14 de mayo 2022)			
Total	3	29	0.020
Cuniculus paca	3	17	0.020
Dasyprocta punctata	0	1	0

Período de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Relación Promedio del Éxito de Cruces (número de cruces exitosos/número total de intentos)
NI	0	7	0
Rodentia sp1	0	1	0
Sylvilagus gabbii	0	1	0
Tamandua mexicana	0	1	0
Tapirus bairdii	0	1	0
Periodo 4 (15 de mayo al 28 junio 2022)			
Total	9	23	0.110
Cuniculus paca	7	11	0.160
Dasyprocta punctata	0	1	0
Dasypus novemcinctus	0	1	0
Eira barbara	0	1	0
Leopardus pardalis	0	1	0
NI	0	4	0
Procyon cancrivorus	2	2	0.050
Tapirus bairdii	0	2	0
Periodo 5 (29 de junio al 12 de agosto 2022)			
Total	51	110	0.210
Cuniculus paca	37	43	0.340
Dasyprocta punctata	6	26	0.030
Dasypus novemcinctus	0	1	0
Didelphis marsupialis	0	4	0
Eira barbara	0	2	0
Leopardus pardalis	0	3	0
NI	0	9	0
Philander opossum	1	1	0.090
Procyon cancrivorus	2	4	0.030
Procyon lotor	0	3	0
Rodentia sp1	0	5	0
Sylvilagus gabbii	1	6	0.090
Tamandua mexicana	0	1	0
Tapirus bairdii	4	3	0.070
Periodo 6 (13 de agosto al 26 de septiembre 2022)			

Período de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Relación Promedio del Éxito de Cruces (número de cruces exitosos/número total de intentos)
Total	51	227	0.165
Cuniculus paca	41	91	0.180
Dasyprocta punctata	1	70	0.090
Dasypus novemcinctus	0	2	0
Didelphis marsupialis	0	7	0
Eira barbara	0	4	0
Felino sp 1	0	1	0
NI	0	4	0
Pecari tajacu	0	3	0
Procyon cancrivorus	3	10	0.047
Procyon lotor	2	7	0.045
Rodentia sp1	0	12	0
Sylvilagus gabbii	0	4	0
Tapirus bairdii	4	12	0.038
Periodo 7 (27 de septiembre al 11 de noviembre 2022)			
Total	23	151	0.098
Cuniculus paca	16	58	0.131
Dasyprocta punctata	0	34	0
Didelphis marsupialis	0	5	0
Lontra longicaudis	0	1	0
NI	0	4	0
Philander opossum	0	3	0
Procyon cancrivorus	0	7	0
Procyon lotor	4	14	0.064
Rodentia sp1	0	10	0
Sylvilagus gabbii	0	6	0
Tamandua mexicana	0	2	0
Tapirus bairdii	3	7	0.060
Periodo 8 (12 de noviembre 2022 al 26 de diciembre 2022)			
Total	30	127	0.107
Cuniculus paca	14	52	0.114
Dasyprocta punctata	0	19	0

Período de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Relación Promedio del Éxito de Cruces (número de cruces exitosos/número total de intentos)
Didelphis marsupialis	0	7	0
Eira barbara	0	5	0
Galictis vittata	0	1	0
Lontra longicaudis	0	1	0
NI	0	2	0
Philander opossum	0	7	0
Procyon cancrivorus	0	6	0
Procyon lotor	0	2	0
Rodentia sp1	0	9	0
Sylvilagus gabbii	0	3	0
Tamandua mexicana	0	1	0
Tapirus bairdii	16	12	0.050

CONCLUSIONES

- La especie *Cuniculus paca* (Conejo pintado) es la especie que hasta el momento está registrando más usos de los pasos o estructuras de cruce de fauna a través de todos los años de monitoreo.

- La prueba, P(T<=t) nos demuestra que los resultados están justificados estadísticamente (P<0.05) y que no responden a un evento aleatorio, porque las especies en conjunto están frecuentando las estructuras de cruce de fauna como se esperaba y que existe un aumento progresivo de cruces exitosos en estas estructuras de cruce de fauna.

- se observa un registro de eventos de cruces exitosos, en donde para la estación seca se registraron 19 y para la estación lluviosa 154 eventos de cruce de fauna exitosos

para especies en conjunto, en las estructuras de cruce de fauna, dando un total de 173 eventos para el año 2022 (año VII).

- La estructura de cruce de fauna B-CFA-06 es la que registra el mayor número de eventos con 66 en total, que representa el 38.1% de todos los eventos para este año 2022, seguido por la estructura de cruce de fauna B-CFA-10ª con 31 eventos en total que representa el 17.9 % y La estructura de cruce de fauna B-CFA-11b con 22 eventos en total que representa el 12.7 %.

- De las 19 especies reportadas que se encuentran próximas a las estructuras de cruce de fauna, 7 realizaron cruces exitosos para este año 2022.

- En comparación con todos los años de muestreo se demuestra una estabilidad creciente o una aproximación a 1; sin embargo, para este periodo de monitoreo se logra observar un incremento en los índices o promedios que es muy positivo ya que es un aumento en la efectividad de las estructuras de cruce de fauna.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bustamante, A. 2008. Densidad y uso de hábitat por los felinos en la parte sureste del área de amortiguamiento del Parque Nacional Corcovado, Península de Osa, Costa Rica. Tesis de Maestría. Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

2. Di Bitetti, M., A. Paviolo & C. De Angelo. 2006. Density, habitat use and activity patterns of ocelots (Leopardus pardalis) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. Journal of Zoology.270:153-163.

3. Emmons, L.H. & F. Feer. 1997. Neotropical Rain Forest Mammals, a Field Guide. Second edition. The University of Chicago Press.307pp.

4. Foerster, C.1998. Ecología de la danta centroamericana (Tapirus bairdii) en un bosque lluvias tropical de Costa Rica. Testis de Maestra, Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica.

5. Mafia, L., A. Nos, E. Cuellar & D. Rumis. 2005. Ocelot (Felis pardalis) population densities, activity, y ranging behavior in the dry forests of eastern Bolivia: data from camera trapping. Journal of Tropical Ecology 21:16

6. Méndez, E. 1970. Los Principales Mamíferos Silvestres de Panamá. Edición privada. Panamá

7. MWH, 2013.Estudio de Población de las Especies de Mamíferos de interés de Minera Panamá. Informe Técnico.

8. Moreno R. & A. Bustamante –Ho.2008. Uso de Cámara trampas y observación de huellas de mamíferos y otras especies en el camino oleoducto, parque Nacional Soberanía, Panamá. Evaluación del uso del Parque Nacional Soberanía por Felinos y otras especies. Fase de estudio piloto.

9. Moreno, R.& Bustamante-Ho, A.2007.Estatus del Jaguar, otros Felinos y sus Presas en alto Chagres, utilizando cámaras trampa, Reporte Técnico, Sociedad Mastozoológica de Panamá

10. Moreno R. 2006. Parámetros poblaciones y aspectos ecológicos de los felinos y sus presas en Cana, Parque Nacional Darién, Panamá. Master Tesis, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica

11. Moreno, R &, A. Bustamante 2009. Datos Ecológicos del Ocelote (Leopardus pardalis) En Cana, Parque Nacional Darién, Panamá; Utilizando el Método de Cámaras Trampa. Revista Tecnociencia. 11(1):91-102.

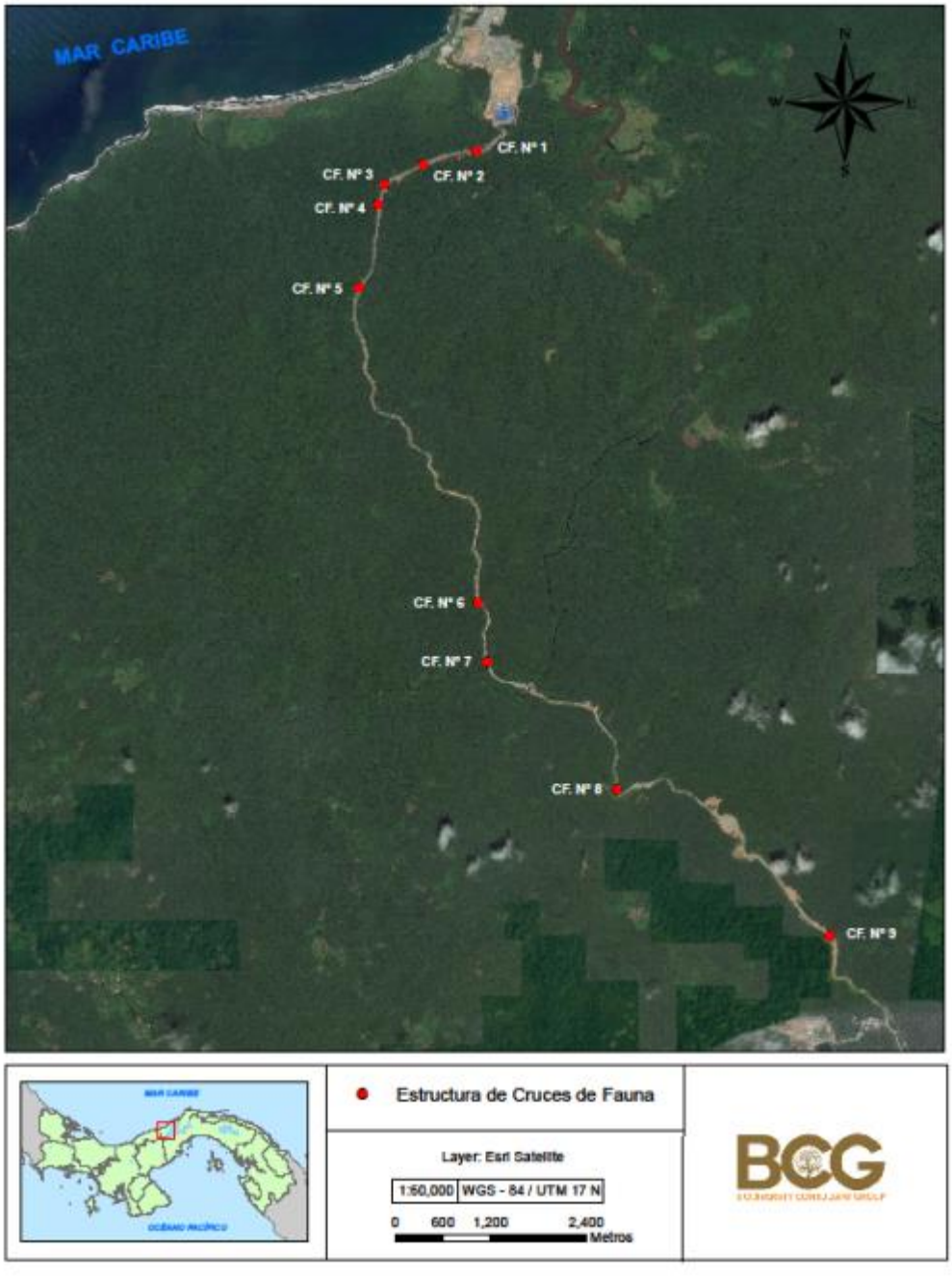
12. Noss, A., Polisar J., Maffei, Garcia R. & Silver, S .2012. Evaluando la densidad de jaguares con trampas cámara. Programa para la Conservación del Jaguar.

13. Ochoa-Gaona, S.2008. Una perspectiva de paisaje en el manejo del Corredor Biológico Mesoamericana. En Evaluación y consercion de biodiversidad en paisajes fragmentado de Mesoamérica. INBio . 1st edición 620p.

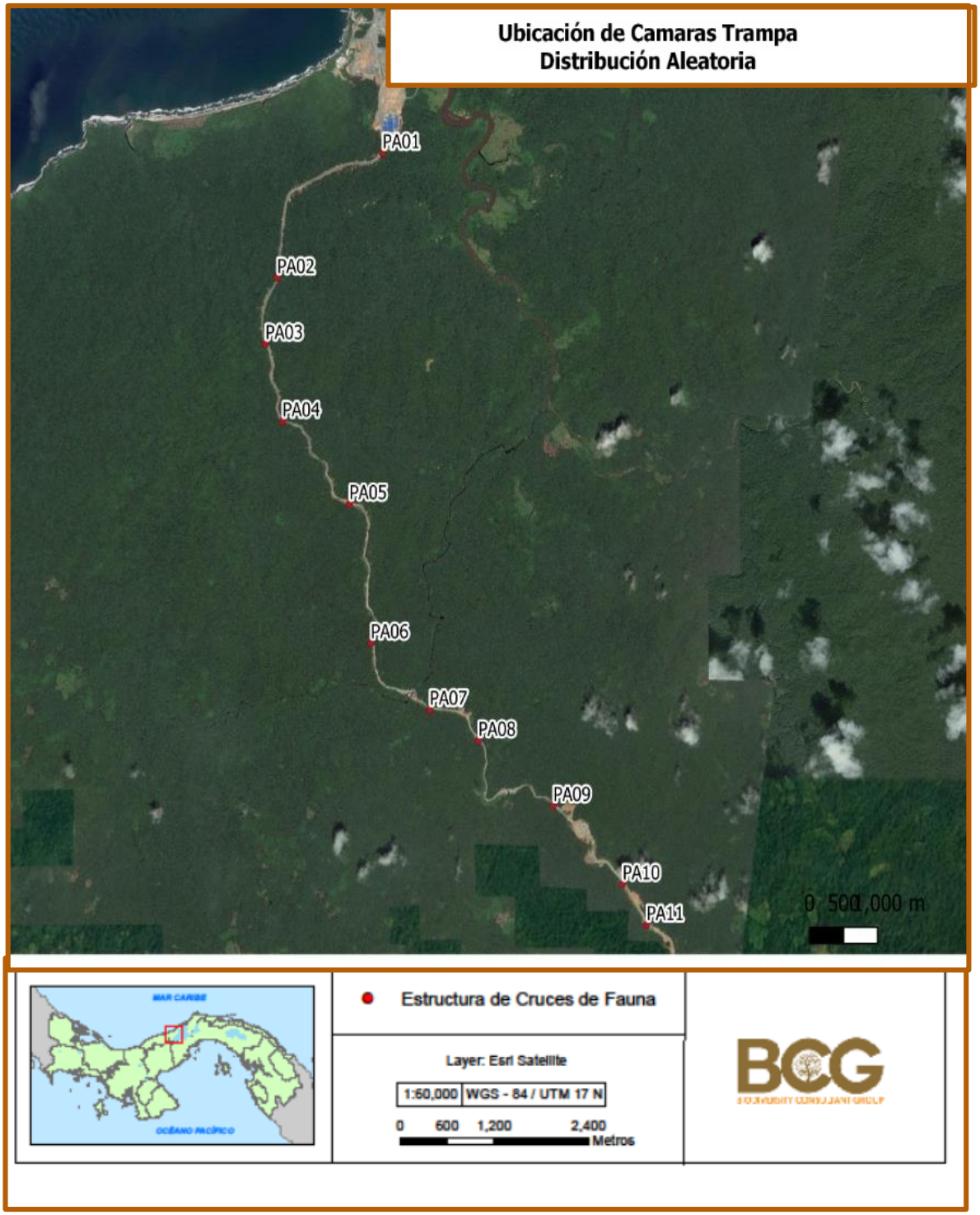
14. Reid, F. 2009. A field guide to the mammals of Central America and southerstern Mexico. Second edition. Oxford University. New York, US. 346 pp.

APÉNDICE

Mapa de los sitios, en la carretera hacia la costa, en dónde se encuentran las estaciones de cámara trampa de las estructuras de pasos de fauna.



Mapa de los sitios, en la carretera hacia la costa, en dónde se encuentran las estaciones con trampas cámara, para el monitoreo de puntos aleatorios sin estructuras de cruce de fauna.



REGISTRO FOTOGRÁFICO

Foto N°1. Panthera *onca* A) B-CFS-03, B) CFA-10, C) B-CFA 09

Foto N°2 Registro de *Tapirus bairdii* en la estación seca A) B-CFS-08, B) B-CFS-08, C) B-CFS-08, D) B-CFS-08

FotoN°3 Registro de *Cuniculus paca* en la estación seca A) B-CFS-04, B) B-CFS-03, C) B-CFS-08, D) B-CFS-03